



Application Note AN-PAN-1052

Online-Prozessüberwachung der Oktanzahl während des katalytischen Reformings

NIR-Spektroskopie nach ASTM D2699 und ASTM D2700

In Raffinerien sind hochoktane Produkte erwünscht, da sie zur Herstellung von Superbenzin verwendet werden. Die Produktion erfordert die strikte Einhaltung Sicherheitsstandards innerhalb der Anlage (IECEx / ATEX) und eine ständige Überwachung wichtiger Prozessparameter wie der Oktanzahl (OZ). Durch die zeitnahe Bereitstellung zuverlässiger Prozessdaten können nachgeschaltete Prozessanlagen (katalytischer Reformer) schnell

optimiert werden, sodass hochwertigere Produkte entstehen und sich Gewinne steigern sowie Betriebskosten senken lassen. Diese Process Application Note präsentiert eine Methode zur genauen Überwachung der Oktanzahl in Kraftstoffen in «Echtzeit» mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS). Die Analysenmethode lässt sich gut mit den internationalen ASTM-Normen (American Society for Testing Materials) vereinbaren.

EINLEITUNG

Die Oktanzahl (OZ) ist ein Schlüsselparameter im katalytischen Reformingprozess und die Qualität bzw. Performance kommerzieller Kraftstoffe (z. B. Benzin und Flugzeugkraftstoffe) angibt. Sie bestimmt die Neigung des Kraftstoffs, sich bei der Verbrennung im Motor nicht selbst zu entzünden (Klopfestigkeit). Die Oktanzahl wird auf der Grundlage der Klopfestigkeit von zwei Referenzkraftstoffen gemessen: Iso-Oktan (C_8H_{18}) und n-Heptan (C_7H_{16}). Iso-Oktan weist eine hohe Klopfestigkeit unter extremen Bedingungen auf und wird daher mit einer OZ von 100 bewertet. Umgekehrt hat n-Heptan eine geringe Neigung zur

Selbstentzündung und erhält daher eine OZ von 0. Es gibt zwei Hauptkategorien von Oktanzahlen, da die Klopfestigkeit je nach Betriebsbedingungen variiert: die Forschungsoktanzahl (ROZ) und Motoroktanzahl (MOZ). Die ROZ wird bei niedrigeren Temperaturen und Geschwindigkeiten gemessen, die MON bei hohen Temperaturen und Geschwindigkeiten. In Raffinerien werden Produkte mit hoher Oktanzahl angestrebt, um „Premium-Benzine“ (Superbenzin) herzustellen. Für Superbenzin werden hochoktane Bestandteile benötigt, die im katalytischen Reforming hergestellt werden (**Abbildung 1**).

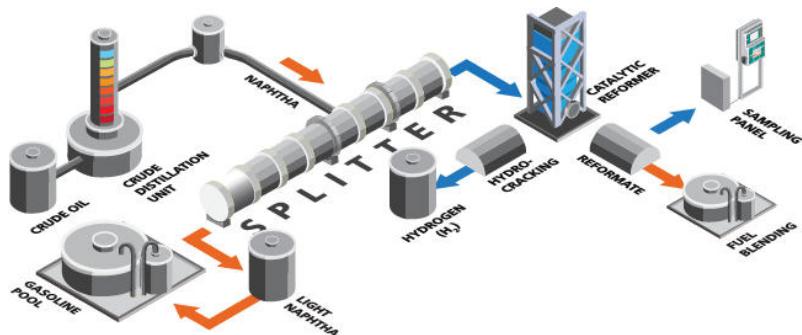


Abbildung 1 Veranschaulichung des katalytischen Reforming-Prozesses von Naphtha und der möglichen Online-Messstelle für die Nahinfrarotspektroskopie (NIRS).

Beim katalytischen Reforming wird schweres Naphtha (ein Paraffingemisch mit niedriger Oktanzahl) in ein flüssiges Produkt mit hoher Oktanzahl umgewandelt, das als «Reformat» bezeichnet wird (eine Mischung aus Aromaten und Isoparaffinen C7 bis C10). Dieser aufwendige katalytische Reforming-Prozess hat einen erheblichen Einfluss auf die Rentabilität einer Raffinerie. Die Oktanzahl des erzeugten Reformats muss ständig überwacht werden, um einen hohen Durchsatz in der Raffinerie zu gewährleisten. Traditionell können die ROZ-Werte durch zwei verschiedene Methoden gemessen werden: durch inferierte Oktanmodelle (IOM) und im Labor-

Oktanmotor. Diese Methoden liefern keine Ergebnisse in «Echtzeit» und erfordern ständige Wartung und menschliches Eingreifen, um sich an die aktuellen Betriebsbedingungen anzupassen. Darüber hinaus erfordert die Kalibrierung des Oktanmotors für $RON > 100$ (ein gängiger Wert für Reformate) spezifische Mischungen. Diese Kalibrierungen sind nicht immer verfügbar. Diese Kalibrierungen sind nicht immer verfügbar. Tatsächlich werden in Raffinerien Oktanmotoren hauptsächlich dazu verwendet, diejenigen Endprodukte (Benzin) zu analysieren und zu qualifizieren, deren RON-Werte zwischen 92 und 98 liegen.

ECHTZEIT-ÜBERWACHUNG VON OKTANZAHLEN

Die Analyse der OZ in Kraftstoffen erfolgt über online und nahezu in «Echtzeit» durch Verwendung der Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) im Prozess. Diese Methode harmonisiert mit den internationalen Normen (z. B. ASTM) (Abbildung 2).

Enthält der Reforming-Prozess feste Partikel, die eine Messung stören könnten, werden entsprechende Proben-Panels verwendet. Die Probenvorbereitung filtert beispielsweise Partikel heraus und beinhaltet weitere Möglichkeiten, wie z.B. die Temperierung der Probe. Ein weiterer Vorteil der Verwendung einer automatisierten Probenvorbereitung ist die Möglichkeit einfache Probenahmesysteme für Validierungsmessungen bereitzustellen.

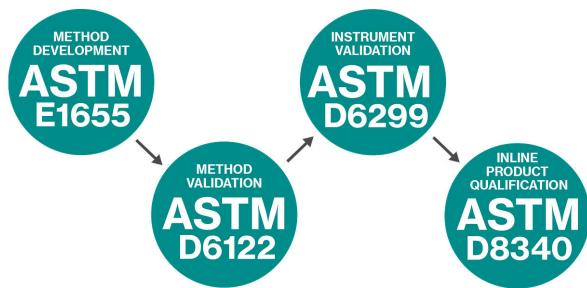


Abbildung 2. Verschiedene Schritte zur erfolgreichen Entwicklung von quantitativen Methoden nach internationalen ASTM-Standards.

NIR-OKTANANALYSATOR FÜR DIE ECHTZEITÜBERWACHUNG

Der 2060 *The NIR-Ex Analyzer* (Abbildung 3) ermöglicht den Vergleich von «Echtzeit»-Spektraldaten aus dem Reforming-Prozess mit einer primären Methode (z. B. Cooperative Fuel Research «CFR»-Tests), um ein einfaches, aber unverzichtbares Kalibriermodell für die OZ-Überwachung zu erstellen. Jeder Metrohm Process Analytics 2060 *The NIR-Ex Analyzer* ist für Anwendungen in ATEX-Zonen ausgerüstet. Mit einem einzigen Prozessanalysator lassen sich dank der Multiplexer-Option bis zu 5 Messstellen pro NIR-Kabinett überwachen. Eine Erweiterung ist auf bis zu 10 Messstellen mit einer einzigen Auswerteeinheit möglich.



Abbildung 3. Der 2060 *The NIR-Ex Analyzer* von Metrohm Process Analytics.

APPLIKATION

Nachdem die Proben vorkonditioniert wurden, werden die NIR-Messungen in einer Durchflusszelle durchgeführt. Die in Raffinerien verwendeten Prozessanalysatoren sind IECEx, ATEX- oder Class 1 Div 1/2-zertifiziert. Wird der Prozessanalysator direkt in die ATEX-Umgebung installiert, werden sie mit einer entsprechenden Überdruckkapselung ausgestattet. Die Entfernung zwischen den Messstellen und dem

Prozessanalysator kann mehr als hundert Meter betragen. Die Ergebnisse der ROZ und MOZ werden alle 10 - 30 Sekunden an eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) oder das dezentrale Kontrollsysteem (DCS) übertragen, wodurch unterschiedliche Kommunikationsschnittstellen zur Verfügung stehen.

Tabelle 1. Qualitätsparameter und Bereiche für die ROZ- und MOZ-Analyse.

	RON	MON
SECV (Genauigkeit)	0.27	0.15
Präzision	0.01	0.01
Typischer Messbereich	90–107	80–100
Referenz ASTM	D2699	D2700
ASTM Genauigkeit	± 0.9 (RON 103)	± 1.2 (MON 96)

FAZIT

Sowohl die Überwachung als auch die Kontrolle von ROZ und MOZ in Raffinerien spielen eine entscheidende Rolle bei der Herstellung von qualitativ hochwertigen, hochoktanigen Produkten wie Premium-Benzin. Der Einsatz der NIRS-Technologie bietet eine zuverlässige und effiziente Methode für die Echtzeit-Analyse der Oktanzahl in Kraftstoffen, die gleichzeitig mit internationalen Standards

harmonisiert. Dadurch können Raffinerien ihren katalytischen Reforming-Prozess schnell optimieren, was zu einer höheren Rentabilität und Ersparnis der Betriebskosten führt. Durch die Implementierung 2060 *The NIR-Ex Analyzer* können Raffinerien eine bessere Kontrolle über ihre Produktion erreichen und die Qualität ihrer Endprodukte optimieren.

ZUGEHÖRIGE DOKUMENTE

Andere zugehörige Dokumente

[AN-NIR-113](#) Bestimmung der Research-Oktanzahl (ROZ) im Isomerat

[AN-NIR-114](#) Bestimmung von RON, Aromaten, Benzol und mehr mit NIRS

[AN-NIR-022](#) Qualitätskontrolle in Ottokraftstoff

VORTEILE FÜR NIRS IM PROZESS

- Optimierung der Produktqualität (z. B. saisonale Effekte, Rohschwingungen) und Steigerung des Gewinns
- Höhere und schnellere Rentabilität der Investition
- Verbesserte Produktqualität und Fertigungseffizienz
- Erkennen von Prozessstörungen durch automatische Analyse



CONTACT

Metrohm Schweiz AG
Industriestrasse 13
4800 Zofingen

info@metrohm.ch

GERÄTEKONFIGURATION



2060 The NIR-Ex Analyzer

Der **2060 The NIR-Ex Analyzer** gehört zur nächsten Generation der Prozess-Spektroskopiegeräte von Metrohm Process Analytics. Mit seinem von innen wie aussen einzigartigen und bewährten Design liefert er alle *10 Sekunden* genaue Resultate. Er ermöglicht die zerstörungsfreie Analyse von Flüssigkeiten und Feststoffen direkt in der Prozesslinie oder in einem Reaktionsgefäß unter Verwendung von Lichtleitern und Kontaktsonden. Er ist auf den Anschluss von bis zu fünf (5) Sonden und/oder Durchflusszellen ausgelegt. Mithilfe unserer vielseitigen integrierten Software können alle fünf Kanäle unabhängig voneinander konfiguriert werden.

Darüber hinaus ist dieses Analysengerät nach IECEx zertifiziert und erfüllt die ATEX-Richtlinie der EU. Es verfügt über ein zugelassenes Entlüftungs-/Drucksystem sowie eigensichere Elektronik, damit keine explosionsgefährdeten Dämpfe oder Gase aus der Umgebungsluft in das Gehäuse des Analysengeräts eindringen. Zudem ist es in drei weiteren Gerätvarianten erhältlich: **2060 The NIR Analyzer**, **2060 The NIR-R Analyzer** und **2060 The NIR-Rex Analyzer**.